Aus dem Institut für Tierzüchtung und Haustiergenetik
der Technischen Universität Berlin
Direktor: Prof. Dr. H. J. Weniger
und
dem Institut für Tierzucht und Tierernährung
der Freien Universität Berlin
Direktor: Prof. Dr. K. Bronsch

UNTERSUCHUNGEN ZUR GEWICHTSENTWICKLUNG UND KÖRPERZUSAMMENSETZUNG DER MAUS

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

Vorgelegt von
Renate Gestrich
Tierärztin aus Ravensburg

Berlin 1972

Journal-Nr. 781

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41550817_0070

Aus dem Institut für Tierzüchtung und Haustiergenetik
der Technischen Universität Berlin
Direktor: Prof. Dr. H.J. Weniger
und
dem Institut für Tierzucht und Tierernährung
der Freien Universität Berlin
Direktor: Prof. Dr. K.Bronsch

UNTERSUCHUNGEN ZUR GEWICHTSENTWICKLUNG UND KÖRPERZUSAMMENSETZUNG DER MAUS

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

Vorgelegt von
Renate Gestrich
Tierärztin aus Ravensburg

Berlin 1972

Journal-Nr. 781

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereiches
Veterinärmedizin der Freien Universität
Berlin

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Vorsitzender: Prof. Dr. H.-J. Sinell

Referent: Prof. Dr. H.-J. Weniger

Korreferent: Prof. Dr. K. Schmidt

Tag der Promotion: 12. Juli 1972

I N H A L T

		Seite
1.	LITERATURÜBERSICHT	
2.	FRAGESTELLUNG	12
3.	VERSUCHSBESCHREIBUNG	13
	3.1. Versuchsmaterial	13
	3.2. Versuchsdurchführung	13
4.	DARSTELLUNG UND ERLÄUTERUNG DER ERGEBNISSE	16
	4.1. Gewichtsentwicklung	16
	4.2. Veränderung der Körperzusammensetzung im Verlauf des Wachstums	19
	4.3. Phänotypische Beziehungen zwischen Entwicklung und Körperzusammensetzung	26
	4.4. Genetische Parameter der Gewichtsentwicklung und der Körperzusammensetzung	30
5.	DISKUSSION	33
6.	ZUSAMMENFASSUNG	41
7.	LITERATURVERZEICHNIS	43

1. LITERATURÜBERSICHT

Anhand der vielen Versuche, die unternommen wurden, eine wissenschaftliche Definition des Wachstums zu geben, läßt sich die Komplexität dieses Vorgangs erkennen.- Man kann dabei feststellen, daß die einzelnen Autoren den Wachstumsbegriff meist in der für ihren Wissenschaftsbereich brauchbaren und typischen Weise interpretieren. Die verschiedenen Betrachtungsweisen lassen sich unter folgenden Gesichtspunkten zusammenfassen:

Definitionen des Wachstums:

1. als Bewegungsvorgang
2. als Massen- bzw. Volumenzunahme
3. als Zunahme an vollwertiger lebender Substanz mit der Fähigkeit, sich selbst zu reproduzieren
4. als Teil des Entwicklungsprozesses

Selbstverständlich sind die Übergänge zwischen diesen Anschauungen fließend.

Im folgenden sollen einige jener Definitionen angeführt werden, welche als beispielhaft für die verschiedenen Betrachtungsweisen angesehen werden können:

Als kinetisches Problem (1) betrachten BAULE (1924) und SALLER (1927) das Wachstum. Sie sehen in dem ständigen Zuwachs an Körpersubstanz einen Vorgang, der mit einer bestimmten Geschwindigkeit abläuft und deshalb von der mathematisch-physikalischen Seite her als Bewegung angesprochen werden muß. Diese Definition mag für Darstellungen und Berechnungen des Wachstumsverlaufs geeignet sein; für die vorliegende Arbeit liefert sie, wie aus der Fragestellung ersichtlich, nicht die nötige Grundlage.

Für den Biochemiker LETTRE (1951) ist sowohl das Wachstum unbelebter Materie als auch das Wachstum belebter Systeme ein Massenzuwachs (2). Die Biologen MORGAN (1909) und EHRENBERG (1923) bezeichnen das Wachstum als Volumenzunahme bzw. als Zunahme an geformter lebender Substanz (2,3).

Diese Definitionen mögen für niedere Organismen völlig ausreichend sein. Hinsichtlich des Wachstums höher organisierter Lebewesen (Säuger, Mensch) ließe sich dagegen einwenden, daß diese Aussagen nicht umkehrbar sind, denn nicht jede Zunahme an Masse oder Volumen lebender Substanz kann selbstverständlich auch als Wachstum angesehen werden. "Bloße Wasseraufnahme durch Quellung und die Ablagerung von Reservestoffen" müssen aus dem Wachstumsbegriff ausgeschaltet werden, sofern sie das "normale Maß überschreiten" (v.BERTALANFFY, 1951); ebenso die Rekonstruktion lebender Substanz, z.B. nach Verletzungen oder nach Hunger (RUBNER, 1909). Auch der Mediziner ROESSLE (1917) schränkt die einfache Definition des Massen- bzw. Volumenzuwachses ein, indem er sagt: "Wachstum ist Zunahme durch strukturell und funktionell vollwertige lebende Masse" (3). In diesem Sinne ist die Definition des Pathologen LINZBACH (1955, "biologisches Wachstum ist jede Größenveränderung, die mit einer Reproduktion von strukturierten Nukleoproteiden einhergeht") als zu weit gefaßt ebenso abzulehnen wie die von LETTRE, MORGAN und EHRENBERG o.a. Die Aussage dagegen, das Wachstum sei als die im morphologischen und chemischen Sinne artgemäße Annährung an die Terminalform des in Betracht kommenden Organismus anzusehen (4) (FRIEDENTHAL, 1914), entspricht schon mehr den Vorstellungen, die sich im Sinne dieser Arbeit mit dem Wachstumsbegriff verbinden; sie sagt allerdings nichts über die einzelnen Vorgänge innerhalb des Wachstumsablaufs aus. FOWLER berichtet 1968 hierzu: Der Wachstumsprozeß sei unter 2 Aspekten zu betrachten: zum einen als Zunahme von Körpermasse pro Zeiteinheit, zum andern als ständige Änderung der Form und der Zusammensetzung der Körpersubstanz infolge unterschiedlicher relativer Wachstumsraten der einzelnen Komponenten.- Der Tierzüchter KRONACHER (1929) bezeichnet endlich das Wachstum als einen Vorgang der Zellvermehrung, Zellvergrößerung und Zelldifferenzierung, der mit einer der Art eigenen Geschwindigkeit bis zu einer bestimmten Endgröße verläuft, wobei das Wachstum durch das Zusammenwirken äußerer und innerer Faktoren bedingt ist.

Anknüpfend an die Definitionen ROESSLEs , FOWLERs und KRONACHERs soll das Wachstum im Sinne dieser Arbeit als Ineinandergreifen zweier Vorgänge betrachtet werden: als Zunahme an funktionell vollwertiger Körpersubstanz in Verbindung mit der permanenten Veränderung ihrer Zusammensetzung durch unterschiedliches relatives Wachstum der einzelnen Komponenten. Die Geschwindigkeit, mit der diese Vorgänge ablaufen, sowie die erreichbare Endgröße werden bestimmt durch das Zusammenwirken äußerer und innerer Faktoren.

Als Maß für die Beobachtung des Wachstums kann sowohl das Gewicht des Gesamtkörpers als auch seine lineare Ausdehnung dienen (HOEPPE, 1959). ROESSLE (1923) sagt über das Gewichtswachstum, daß es das beste Maß zur Beurteilung der Gesamtveränderungen des Körpers sei, da es die drei Dimensionen, nach denen sich der Körper entwickelt, erfasse. Die graphische Darstellung von Gewichtsmessungen ergibt die für alle Wachstumsvorgänge charakteristische Kurve, von der v.BERTALANFFY (1948) sagt: sie ist S-förmig, mit einem Wendepunkt bei etwa 1/3 des Endgewichts, und strebt einem Endwert zu. In Übereinstimmung dazu berichten MONTEIRO/FALCONER (1966), daß das Wachstum eines Individuums in 2 Phasen eingeteilt werden könne: in eine exponentiale, bei der die absolute Wachstumsrate mit zunehmendem Alter ansteigt, und in eine asymptotische, mit langsam abnehmender Wachstumsrate. Der Wechsel von einer Phase zur anderen ist durch den Wendepunkt der Wachstumskurve gekennzeichnet und fällt annähernd mit dem Zeitpunkt der sexuellen Reife zusammen. Diese - bei der Maus ungefähr im Zeitraum zwischen dem 28. und 32. Lebenstag zu erwarten - ist äußerlich erkennbar durch die sich öffnende Vagina. Sie stehe - nach MONTEIRO/FALCONER - in engerer Beziehung zum Körpergewicht als zum Alter, d.h. die Autoren vermuten, daß die sexuelle Reife ungefähr mit der Erreichung eines bestimmten Körpergewichts zusammenfällt, relativ unabhängig von der Wachstumsgeschwindigkeit, d.h. von der Zeit bis zur Erlangung dieses

Gewichts.- Individuen, die auf Grund irgendwelcher äußerer Umstände zunächst ein verzögertes Wachstum zeigen, sind in der Lage, dies hinterher wieder zu kompensieren, falls der hemmende Einfluß wegfällt.

CHEEK und HOLT (1963) berichten, daß die S-förmige Wachstumskurve der Maus in ihrem unteren Teil einen langsamen Anstieg zeigt, zwischen dem 30. und 45. Tag rasch zunimmt und sich dann allmählich einem Endwert nähert.

Was die Daten für das Körpergewicht in verschiedenen Altersstufen anbetrifft, so finden sich hierüber die unterschiedlichsten Angaben (s.Tab.1). Auffallend dabei ist, daß die zeitlich länger zurückliegenden Untersuchungen fast durchweg über niedrigere Körpergewichte berichten als die neueren Untersuchungen in den entsprechenden Altersstufen. Es muß jedoch berücksichtigt werden, daß die Angaben nicht voll miteinander vergleichbar sind, da die einzelnen Autoren mit unterschiedlichen Populationen und Tierzahlen sowie voneinander abweichenden Haltungs- und Fütterungsbedingungen gearbeitet haben.

Über den Abschluß des Wachstums liegen wenig exakte Angaben vor. IBARAKI und NOMURA (1967) sind der Ansicht, daß die Maus mit 8-9 Wochen ihr maximales Körpergewicht erreicht hat. CHEEK und HOLT (1963) stellten in Untersuchungen bis zum Alter von 150 Tagen noch deutliche Gewichtszunahmen fest, FORTUYN et al. sogar noch bis zu 180 Tagen. Für den Zeitraum danach konnten keine Angaben ermittelt werden.

Hinsichtlich des Geschlechtseinflusses auf das Körpergewicht berichten LAIRD und HOWARD (1967), daß weibliche Tiere früher geschlechtsreif werden als männliche und der Zeitraum des intensivsten Wachstums bei ihnen dementsprechend ebenfalls früher liegt. Ihre maximale Wachstumsrate liege jedoch niedriger als die der ♂♂. KORKMAN (1957) sowie KIDWELL und HOWARD (1969) sind der Ansicht, daß sich deutliche Geschlechtsunterschiede zwischen dem 30. und 60. Lebenstag manifestieren, also nach Erreichung der Geschlechts-

Tabelle 1

Gew.b. Alter i. Tagen / Autor u. Jahr	0	7	12	14	21	28	[illegible]	[illegible]	42	49	56	63
[illegible] et al. 1929		Ø 4,5-[illegible]		6,[illegible]-8	9,8-[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	19,8-23	21,5-25	22,5
Fowler 1958	1,38		5,87		9,1 / 8,[illegible]	[illegible]		18,9 / 16,3	21,2 / 18,1	23,0 / 19,0	24,3 / 19,8	25,3 / 20,5
Cox/Legates/ Cockerham 1959	[illegible] / 1,40		6,52 / 6,[illegible]		9,50 / 9,40				21,87 / 18,90			
Zschiesche/ Heinecke 1964							Ø [illegible] / 13,47					
[illegible]	Ø [illegible]						Ø 20					
Monteiro/ Falconer 1966	1,60 / 1,45	4,50 / 4,47		6,75 / 6,75	9,[illegible] / 9,24	[illegible] / 13,92		21,95 / 18,79	25,63 / 21,69	27,87 / 22,97	29,60 / 24,12	
Eisen/Lang Legates 1969	1,48 / 1,45				8,75 / 8,40				20,34 / 17,49		23,45 / 19,15	
[illegible]/Neil 1970	Ø1,[illegible]				Ø 8,8							
Bateman 1971					Ø14,6							
[illegible]					Ø11,7							

[illegible] Übersicht über die von einigen Autoren angegebenen Körpergewichte von Mäusen im Zeitraum [illegible] Tagen. Die durch Striche getrennten Doppelangaben stellen die Werte für ♂♂ und ♀♀ dar (♂/♀ g).

reife. CHLUMECKY (1968) dagegen vertritt die Meinung, daß schon ab dem 20. Lebenstag die ♂♂ Tiere eine höhere Wachstumsrate aufweisen als die ♀♀. MONTEIRO und FALCONER (1966) sowie LANG und LEGATES (1969) stellen sogar schon zum Zeitpunkt der Geburt geringfügige Geschlechtsunterschiede fest (siehe Tab.1). Letztere fügen noch hinzu, daß sich das unterschiedliche Wachstum jedoch schon ab der 6. Woche wieder auszugleichen beginnt.

Die Ursachen für die relativ hohe phänotypische Varianz des Körpergewichts sind einerseits genetisch-, andererseits umweltbedingt.- Die umweltbedingte Varianz ist zum Teil auf die sogenannten maternalen Effekte zurückzuführen, welche in der prä- und postnatalen Phase auf die Würfe einwirken (unterschiedliche Ernährung, verschiedene Wurfgrößen etc.). Die maternalen Effekte sowie alle übrigen Umweltfaktoren, die auf die Wurfgeschwister gemeinsam einwirken, nehmen - nach MONTEIRO und FALCONER - von der Geburt bis zum Alter von 4 Wochen zu, um dann - zwischen der 4. und 8. Lebenswoche - wieder um rund 60 % abzunehmen. KIDWELL und HOWARD (1969) berichten, daß sie bis zur 10. Woche ganz verschwinden. Auf diese Weise ist - wie schon erwähnt - ein kompensatorisches Wachstum möglich, d.h. auf ein hohes Wurfgewicht im Alter von 4 Wochen folgt ein langsames Wachstum und umgekehrt.

Der genetisch bedingte Varianzanteil, der fast ausschließlich additiver Natur ist, weist bis zum Alter von 4 Wochen eine gleichbleibende Höhe auf, um dann - im Gegensatz zur umweltbedingten Varianz - stark zuzunehmen.

Nach COX, LEGATES und COCKERHAM (1959) machen die postnatalen maternalen Effekte 71,5 % der Varianz des 12-Tage-Gewichts von auf 6 Individuen reduzierten Würfen aus. Die pränatalen Einflüsse dagegen kommen nur auf 9,7 %. Für die gleiche Wurfgröße geben YOUNG, LEGATES und FARTHING (1965) Werte von 11 % und 2 x 18 % für den pränatalen (genetischen und uterinen) sowie 79,6 %, 22 % und 16 % für den postnatalen Einfluß auf die Gesamtvarianz des 12-, 42- und 56-Tage-Gewichts an.

MOORE, EISEN und UBERG (1970) berichten, daß die genetischen Effekte, bezogen auf das Geburtsgewicht, beinahe 3 mal so groß seien wie die uterinen Effekte. Im Alter von 7 Tagen seien die genetischen Effekte 2 mal so groß wie die postnatalen maternalen Effekte und würden sich bis zum Alter von 70 Tagen auf 10-fache Größe steigern.

Über phänotypische Beziehungen hinsichtlich des Gewichtswachstums berichtet u.a. SHIBATA (1964). Aus seinen Untersuchungen geht hervor, daß zwischen Wurfgröße und Einzelgewicht der Tiere folgende signifikante Beziehungen bestehen:

zum Zeitpunkt der Geburt: r = -0,643
am 21. Tag: r = -0,759
am 28. Tag: r = -0,674
am 40. Tag: r = -0,586
am 60. Tag: r = -0,528

EISEN, LEGATES und ROBINSON (1970) sind der Ansicht, daß zwischen Wurfgröße und 12-Tage-Gewicht sowie zwischen Wurfgröße und 8-Wochen-Gewicht positive genetische Korrelationen von r = 0,19 bzw. r = 0,69 bestehen. Nach RAHNEFELD, BOYLAN und COMSTOCK (1962) besteht zwischen Wurfgröße und Zuwachs nach dem Absetzen eine geringe genetische Korrelation von r = 0,153. YOUNG und LEGATES stellten 1965 fest, daß die Beziehungen (phänotypische und genetische) zwischen den Gewichten der unterschiedlichen Altersstufen im Bereich zwischen r = 0,50 und r = o,94 schwanken. Sie berichten in diesem Zusammenhang außerdem über genetische Korrelationen zwischen verschiedenen Zuwachsraten:

r = 0,49 für den Zuwachs in der Säugezeit sowie im Zeitraum vom Absetzen bis zum 42. Lebenstag,
r =-0,23 für den Zuwachs in der Säugezeit und im Zeitraum zwischen dem 42. und 56. Tag,
r = 0,19 für den Zuwachs vom Absetzen bis zum 42. Tag sowie vom 42. bis zum 56. Tag.

Die phänotypischen Beziehungen zwischen diesen Zuwachsraten liegen nach YOUNG/LEGATES nahezu bei 0.

Nach BERGER und HARVEY besteht für das 51-Tage-Gewicht im Verhältnis zum Zuwachs im Zeitraum von 12 - 21 Tagen eine positive genetische Beziehung von r = 0,79.

SLAWINSKI (1970) stellt in ähnlicher Weise hochsignifikante - mit steigendem Alter abnehmende - Korrelationen zwischen dem 12-Tage-Gewicht und dem Gewicht zu späteren Zeitpunkten fest. Die Korrelationen zwischen den Zuwachsraten in den Zeiträumen: 3.-12.Tag zu: 12.-21.Tag, 21.-42.Tag, 42.-56.Tag und 56.-84.Tag liegen bei ihm alle unter 0,2.

Zur Frage der Heritabilität des Körpergewichts in verschiedenen Altersstufen geben MONTEIRO und FALCONER folgende Schätzwerte an:

Alter in Wochen		0	1	2	3	4	5	6	7	8
h^2 (%)	♂♂	0	28	0	2	0	4	22	32	34
	♀♀	0	33	6	18	10	15	34	42	52

Tab. 2: Prozentuale h^2-Werte für das Körpergewicht der Maus in verschiedenen Altersstufen.

Aus der Tabelle geht hervor, daß der Erblichkeitsgrad des Körpergewichts ab der 3.-4. Woche ansteigt, und zwar bei den ♀♀ Tieren stärker als bei den ♂♂. Die 0-Werte deuten jedoch auf große Fehlervarianz hin.

SHIBATA (1964) berichtet über folgende h^2-Werte und ihre Standardfehler:

Alter in Tagen	0	21	28	40	60
väterl. Komp.	0,719± 0,174	0,751± 0,191	0,137± 0,268	0,099± 0,064	0,12± 0,07
mütterl. Komp.	0,258	0,493	0,197	0,381	0,228

Tab. 3: h^2-Werte für das Körpergewicht in verschiedenen Altersstufen.

Hier liegen die auf der Basis der väterlichen Komponente geschätzten Werte weit über den auf der mütterlichen Basis geschätzten. Im darauffolgenden Zeitraum kehrt sich das Verhältnis um.

HULL hat 1960 in seinen Untersuchungen h^2-Werte von 0,74 ± 0,14 bzw. 0,57 ± 0,20 für das 3- bzw. 6-Wochengewicht ermittelt.

BERGER und HARVEY berichten über h^2-Werte für die väterliche Komponente zum Zeitpunkt von 51 Tagen (h^2 = 0,27 ± 16) und für den Zuwachs im Zeitabschnitt 12 - 21 Tage (h^2 = 0,17 ± 25).

Nach RAHNEFELD, BOYLAN und COMSTOCK (1962) beträgt der h^2-Wert für das Kriterium Wurfgröße 0,11 ± 0,04, und für die Wachstumsintensität 0,214 ± 0,068. 1963 werden von denselben Autoren Heritabilitätswerte für das Wachstum nach dem Absetzen angegeben: h^2 = 0,243 ± 0,074 für den auf der Basis der [illegible] und h^2 = 0,204 ± 0,0[illegible] für den auf der Basis der mütterlichen Komponente geschätzten Wert.

YOUNG, LEGATES und FARTHING (1965) ermittelten für Wurfgröße und 12-Tage-Gewicht h^2-Werte von 0,28 bzw. 0,40. VINSON, EISEN und ROBINSON (1969) bestätigen, daß relativ niedrige h^2-Werte für Wurfgröße und Absatzgewicht bestehen, dagegen höhere Werte für das 12-Tage-Gewicht, das Wachstum nach dem Absetzen sowie für die Gewichte im Zeitraum danach.

GALL, KYLE, ROGLER und ANDERSON (1967) geben einen h^2-Wert von 0,39 ± 0,11 für das Körpergewicht bei 28 Tagen an.

Über die Veränderung der Körperzusammensetzung unter dem Einfluß von Alter und Geschlecht sind in der Literatur u.a. folgende Angaben zu finden:

CHEEK und HOLT (1963) weisen daraufhin, daß sich Fett, H_2O und fettfreie Trockensubstanz als Teilbestandteile des Tierkörpers mit zunehmendem Alter in ungefähr derselben Weise verändern wie das Gesamtgewicht, d.h. sie folgen auch der S-förmigen Wachstumskurve.

TIMON, EISEN und LEATHERWOOD (1969) machen im Rahmen eines Selektionsversuchs (Selektion auf rasches Wachstum nach dem Absetzen bis zum Alter von 42 Tagen) folgende Angaben über die Körperzusammensetzung 57 Tage alter Mäuse (Haut, Kopf, Beine, Schwanz sowie der Magen-Darm-Trakt wurden vor der Aufbereitung der Tierkörper entfernt):

	Fett %	H_2O %	Asche %	Prot. %
♂♂	6,59±0,38	68,53±0,29	3,60±0,05	18,61±0,25
♀♀	6,11±0,21	68,25±0,20	4,28±0,14	18,99±0,13

Tab. 4: Körperzusammensetzung 57 Tage alter Mäuse eines Selektionsversuchs. Es sind die Daten der Kontrollinie wiedergegeben (n. TIMON, EISEN, LEATHERWOOD, 1969).

Aus der Tabelle geht hervor, daß die ♂♂ Tiere einen geringgradig höheren Fett- und H_2O-Anteil aufweisen als die ♀♀. Ihr Asche- bzw. Proteingehalt dagegen ist etwas niedriger.

Hinsichtlich der Selektion auf hohen Gewichtszuwachs nach dem Absetzen kommen die Autoren zu dem Schluß, daß sich die absoluten Gewichte aller Komponenten in positiver Richtung verändern. Prozentual gesehen steigt jedoch nur der Fettgehalt deutlich an, der H_2O-Gehalt dagegen nimmt ab.- Auch SUTHERLAND, BIONDINI und HAVERLAND, die 1968 einen Selektionsversuch auf schnelles Wachstum im Alter von 4 - 11 Wochen durchführten, berichten, daß der prozentuale Fettgehalt des Mäusekörpers dabei ansteigt (von 7 auf 15 %). Außerdem nimmt ihrer Meinung nach der prozentuale Ascheanteil zu.- LANG und LEGATES (1969) dagegen sind der Ansicht, daß bei Selektion auf hohes 6-Wochen-Gewicht nur wenig Veränderungen im prozentualen Fettgehalt auftreten. Sie berichten weiterhin, daß ♀♀ Tiere im Alter von 4 - 7 Wochen einen höheren Körperfettgehalt aufweisen als die ♂♂. Dieser Unterschied verschwindet ihrer Ansicht nach jedoch mit 8 Wochen wieder.

Bei Selektion auf rasches Wachstum im Altersabschnitt 14 - 40 Tage ist nach FOWLER (1958) die vermehrte Gewichtszunahme hauptsächlich auf die stärkere Vermehrung des Körpereiweiß- und -Wassers zurückzuführen. In späterem Alter bewirke die Selektion jedoch - wie oben angegeben - einen verstärkten Fettansatz.

BOYLAN und ROBERTS (1968) sowie DAWSON (1970) berichten, daß ingezüchtete Mäuse im Gegensatz zu Kreuzungstieren einen wesentlich höheren Fettgehalt und dementsprechend weniger H_2O aufweisen.

Die phänotypischen Korrelationen zwischen den prozentualen Bestandteilen des Mäusekörpers werden von LANG und LEGATES (1969) wie folgt angegeben:

	Wasser	Fett	Protein
Fett	-0,95	-	-
Protein	0,48	-0,73	-
Asche	0,29	-0,49	0,59

Tab. 5: Phänotypische Korrelationen zwischen den prozentualen Bestandteilen des Mäusekörpers (nach LANG/LEGATES, 1969).

Dabei fallen die hochsignifikanten negativen Beziehungen zwischen Fett und Wasser sowie zwischen Protein und Fett ins Auge. Die Beziehungen zwischen Asche und Protein sowie zwischen Asche und Fett sind ebenfalls gesichert, erstere jedoch negativ, letztere positiv.

Über genetische Parameter zur Körperzusammensetzung bei Mäusen konnten aus der Literatur keine Angaben ermittelt werden.

1. FRAGESTELLUNG

Bei der Durchsicht der relativ umfangreichen Literatur über das Wachstum von Mäusen zeigte sich, daß sich die Angaben der einzelnen Autoren zum Teil sehr wesentlich voneinander unterscheiden. Der Grund hierfür mag einerseits in dem genetisch unterschiedlichen Material zu suchen sein, das den Untersuchungen der Autoren zugrunde lag, andererseits in den variierenden Haltungsbedingungen.

Darüber hinaus konnte festgestellt werden, daß nur relativ spärliche Angaben über die Beziehungen zwischen den einzelnen Merkmalen der Körperzusammensetzung und der Gewichtsentwicklung vorliegen, vor allem für den Zeitraum nach dem 21. Lebenstag. Über Heritabilitätswerte bezüglich der Körperzusammensetzung waren aus der Literatur überhaupt keine Angaben zu entnehmen.

Diese Parameter jedoch stellen wichtige Grundlagen für Züchtungs- und Selektionsexperimente mit Mäusen dar.- Es soll daher Aufgabe der vorliegenden Untersuchung sein, Grundlagen für langfristige Selektionsversuche zu liefern, die sich mit dem Wachstumsverlauf, der Wachstumsintensität und -Kapazität von Mäusen - besonders im Hinblick auf weiterführende Experimente mit landwirtschaftlichen Nutztieren - beschäftigen.

Es ergeben sich hieraus im einzelnen folgende Fragestellungen:

1. Welchen Verlauf zeigen die Wachstumskurven männlicher und weiblicher Mäuse der untersuchten Populationen?
2. Wie ändert sich die Körperzusammensetzung im Verlauf des Wachstumsprozesses?
3. Welche phänotypischen Beziehungen bestehen zwischen den untersuchten Merkmalen der Gewichtsentwicklung und der Körperzusammensetzung?
4. Welche genetischen Parameter bestehen für die einzelnen Merkmale der Gewichtsentwicklung und der Körperzusammensetzung.

3. VERSUCHSBESCHREIBUNG

3.1. Versuchsmaterial

In 2 getrennten Versuchen (V_1 und V_2) gelangten insgesamt 521 Tiere zur Auswertung.

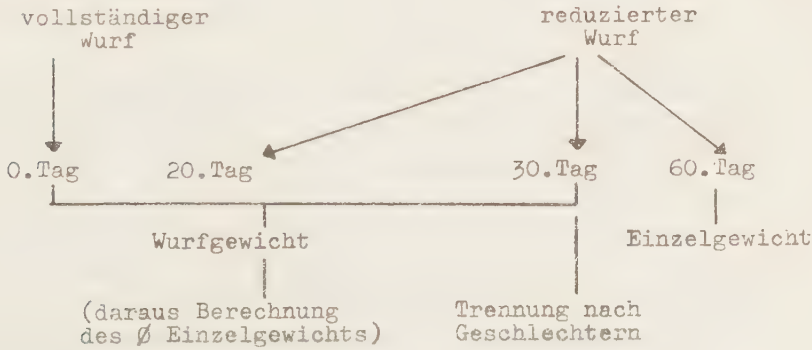
V_1 umfaßte 379 Tiere; es handelte sich dabei um die Kontrolltiere eines laufenden Selektionsversuchs. Sämtliche Tiere dieses Versuchs entstammten einem Genpool von Mäusen unterschiedlicher Herkünfte, die über 4 Generationen hinweg zufallsmäßig angepaart worden waren. Die Elterntiere waren im Verhältnis ♂ : ♀ = 1 : 2 angepaart.

V_2 umfaßte 160 Tiere, die sich aus 20 - ebenfalls unselektierten - Familien zusammensetzten. Die Elterntiere waren wie bei V_1 im Verhältnis 1 : 2 angepaart.

Die Haltung erfolgte konventionell, in Macrolonkäfigen Typ II, bei einer Raumtemperatur von 22°C; Fütterung ad libitum, mit pelletiertem Standardfutter (18 % Proteingehalt).

3.2. Versuchsdurchführung

In V_1 wurde jeder Wurf unmittelbar post partum auf 7-9 Tiere reduziert, um den Einfluß der Wurfgröße auf das Wachstum des Einzeltieres auszuschalten. Die Gewichtsmessungen wurden wie folgt durchgeführt:



Am 60. Tag wurde jeweils die Hälfte des Wurfes zur Bestimmung der Körperzusammensetzung getötet (2 ♂♂, 2 ♀♀). Unmittelbar nach der Tötung sowie nach Entfernung des Magen-Darm-Trakts wurde eine erneute Gewichtsmessung durchgeführt, anschließend erfolgte die Aufbereitung der einzelnen Tiere (Kochen unter Zusatz von HCl, Homogenisieren). Sodann wurden folgende Analysen vorgenommen:

1. Bestimmung des prozentualen Fettgehaltes (mit einer modifizierten Fettbestimmungsmethode, nach GERBER).
2. Bestimmung des H_2O-Gehalts (aus der Gewichtsdifferenz des Materials nach 72-stündiger Trocknung bei 120°C).
3. Bestimmung des Aschegehalts (durch trockene Veraschung bei 600°C).
4. Errechnung des prozentualen Proteingehalts (aus der Summe des prozentualen Wasser-, Fett- und Aschegehalts und ihrer Differenz zu 100 %). An 50 Mäusen wurde zur Kontrolle zusätzlich noch eine direkte Stickstoffbestimmung nach KJELDAHL durchgeführt. Die Korrelation zwischen den errechneten und den analytisch bestimmten Werten lag bei r = 0,85.
5. In einem Vorversuch wurde die Exaktheit der angewandten Methoden überprüft. Die Wiederholungskoeffizienten lagen für die Fettbestimmung bei r = 0,96, für die Aschebestimmung bei r = 0,82, für die Bestimmung des H_2O-Gehalts bei r = 0,99 und für die Proteinbestimmung bei r = 0,92.

Anhand der gewonnenen Daten wurden Mittelwerte, Standardabweichungen sowie die phänotypischen Korrelationen zwischen den untersuchten Merkmalen - für das Gesamtmaterial und nach Geschlechtern getrennt - berechnet. Darüber hinaus wurden mit Hilfe einer 2-stufigen hierarchischen Varianzanalyse die Schätzwerte der Varianzkomponenten in den Voll- und Halbgeschwistergruppen ermittelt und daraus die Heritabilitätskoeffizienten sowie die genetischen Korrelationen - nach der von FALCONER 1960 angegebenen Berechnungs-

weise - bestimmt. Auf die Berechnung von Wachstumsfunktionen wurde wegen des zahlenmäßig wenig umfangreichen Tiermaterials verzichtet.

In V_2 wurden nach Feststellung der Wurfgröße und des post partum-Gewichts die einzelnen Würfe ebenfalls auf 7-9 Individuen reduziert. Aus jedem Wurf wurde sodann am 1.,15.,30., 60., 90., 120., 150. und 180. Lebenstag jeweils 1 Tier entnommen, gewogen und auf seine Körperzusammensetzung hin untersucht. Auf jeden Altersabschnitt entfielen dabei 10 männliche und 10 weibliche Individuen.

Die Körperanalyse erfolgte im Prinzip wie bei V_1 beschrieben. Die Neonaten und die Jungtiere im Alter von 15 Tagen wurden wegen der zu geringen Masse gemeinsam analysiert.

4. DARSTELLUNG UND ERLÄUTERUNG DER ERGEBNISSE

4.1. Gewichtsentwicklung

In Abb. 1 sind die Kurven für die in V_2 durchgeführten Gewichtsmessungen dargestellt. Es zeigt sich allgemein, daß die ♂♂ Tiere schneller wachsen als die ♀♀, ein signifikanter Geschlechtsunterschied jedoch erst ab dem 30. Tag festzustellen ist.

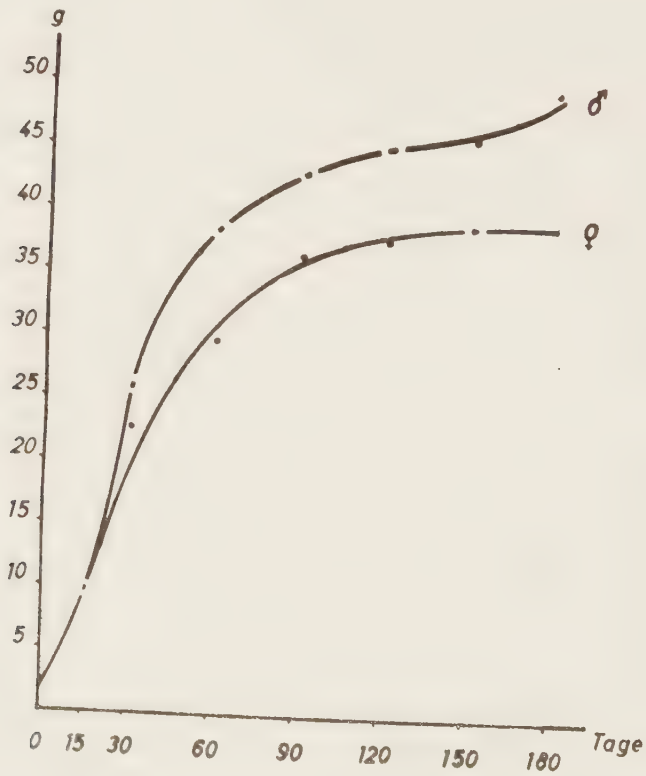


Abb. 1: Gewichtsentwicklung männlicher und weiblicher Mäuse bis zum 180. Lebenstag.

Das Wachstum der ♀♀ Tiere scheint mit 120 Tagen schon nahezu abgeschlossen zu sein, wohingegen die ♂♂ im letzten Un-

tersuchungszeitraum noch einmal eine deutliche Gewichtssteigerung erfahren.

Der Wendepunkt der Kurven liegt zwischen dem 15. und 30. Tag, d.h. in dieser Zeitspanne sind die untersuchten Tiere am intensivsten gewachsen. Sehr deutlich ist dies auch aus Abb. 2 ersichtlich, in der die Zuwachsraten für die verschiedenen Untersuchungszeiträume dargestellt sind. Zwischen dem 15. und 30. Lebenstag ist danach der höchste Zuwachs erreicht.- Nachdem der Höhepunkt erreicht ist, fällt die Kurve relativ steil ab, um nach dem 150. Tag noch einmal anzusteigen. Dieser letzte Anstieg stellt eine Abweichung vom S-förmigen Kurvenverlauf dar. Er ist statistisch jedoch nur mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 25 % gesichert (siehe dazu Abb.1).

Tab. 6 gibt u.a. die Daten wieder, die den Kurven in Abb.1 und 2 zugrunde liegen.

Außer den Mittelwerten für das Gewicht in den verschiedenen Altersstufen sind die jeweiligen Standardabweichungen angegeben. Diese steigen wie das Gewicht mit zunehmendem Alter an und liegen für die ♂♂ höher als für die ♀♀. Standardabweichungen von 5-6 zwischen dem 120. und 180. Lebenstag zeigen die große Varianz des Materials in diesem Alter, was vielleicht eine Erklärung für das nochmalige Ansteigen der Wachstumskurve in diesem Zeitraum sein könnte.

In Tab. 7 sind u.a. Mittelwerte und Standardabweichungen für die in V_1 ermittelten Gewichte am 20., 30. und 60. Tag wiedergegeben, und zwar zunächst für beide Geschlechter getrennt und dann für ♂♂ und ♀♀ gemeinsam, vor und nach Ausschaltung des Geschlechtseinflusses. Beim Einzelgewicht am 60. Tag zeigt es sich, daß das Geschlecht einen großen Einfluß auf die Varianz hat, da nach Ausschaltung des Geschlechtseinflusses der s-Wert von 5,09 auf 2,98 abfällt.

In Zusammenfassung dieses Abschnitts kann also festgestellt werden, daß

1. die männlichen Tiere der untersuchten Populationen ab dem 30. Tag deutlich schneller wachsen als die weiblichen.

Tabelle 6

Zeitpunkt	p.p.	15.Tg	60-Tage		30-Tage		90-Tage		120-Tage		150-Tage		180-Tage		
Merkmal	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	
Lebendgewicht (g)	1,71	9,55	25,91	1,56	38,32	3,65	42,76	4,71	45,01	6,81	45,79	6,25	49,56	5,49	♂
		9,69	22,65	1,88	29,51	2,68	36,19	5,21	37,51	5,45	38,75	6,10	38,90	8,03	♀
Gew. ohne M.D.Tr. (g)	-	8,98	21,11	1,93	31,93	2,99	36,31	4,03	38,62	5,42	39,49	5,74	42,84	4,63	♂
		9,02	18,35	1,64	24,07	2,40	29,70	3,93	31,54	4,31	32,77	5,20	32,96	7,26	♀
% Fett	3,89	16,41	10,44	0,95	12,09	4,74	17,61	6,74	16,47	6,29	19,54	5,45	22,91	6,85	♂
		17,28	10,83	2,40	11,16	3,99	15,92	5,57	21,17	8,35	16,92	6,51	23,18	9,21	♀
% H_2O	80,80	66,03	65,01	1,08	63,38	3,33	59,33	4,85	61,65	4,67	58,01	4,00	55,67	6,25	♂
		63,76	64,62	1,96	62,53	1,95	60,45	3,46	57,86	4,56	56,66	7,22	55,75	5,76	♀
% Asche	1,52	2,46	2,86	0,16	3,32	0,15	3,19	0,30	3,40	0,3	3,11	0,26	3,08	0,31	♂
		2,60	3,18	0,14	4,09	0,34	3,99	0,48	3,74	0,42	3,87	0,82	3,79	0,55	♀
% Prot.	13,79	15,10	21,69	0,67	21,62	1,11	19,97	2,12	20,00	1,59	19,39	1,56	18,34	2,36	♂
		15,86	21,38	1,49	22,21	2,82	19,65	2,02	17,24	3,94	22,25	4,97	17,29	3,39	♀

Tab. 6: Mittelwerte und Standardabweichungen für Gewichtsentwicklung und Körperzusammensetzung der Maus bis zum 180. Lebenstag. In jedem Altersabschnitt gelangten jeweils 10 ♂♂ und 10 ♀♀ zur Untersuchung. - Tiermaterial aus V_2.

2. das Wachstum der weiblichen Tiere zu einem früheren Zeitpunkt abgeschlossen ist als das der männlichen.
3. das intensivste Wachstum sich zwischen dem 15. und 30. Lebenstag vollzieht.
4. das Geschlecht einen deutlichen Einfluß auf die Varianz des Körpergewichtes hat.

4.2. Veränderung der Körperzusammensetzung im Verlauf des Wachstums

Abb.2 zeigt neben der schon beschriebenen Zuwachskurve für das Gesamtkörpergewicht die Zuwachsraten der untersuchten Komponenten der Körpersubstanz.

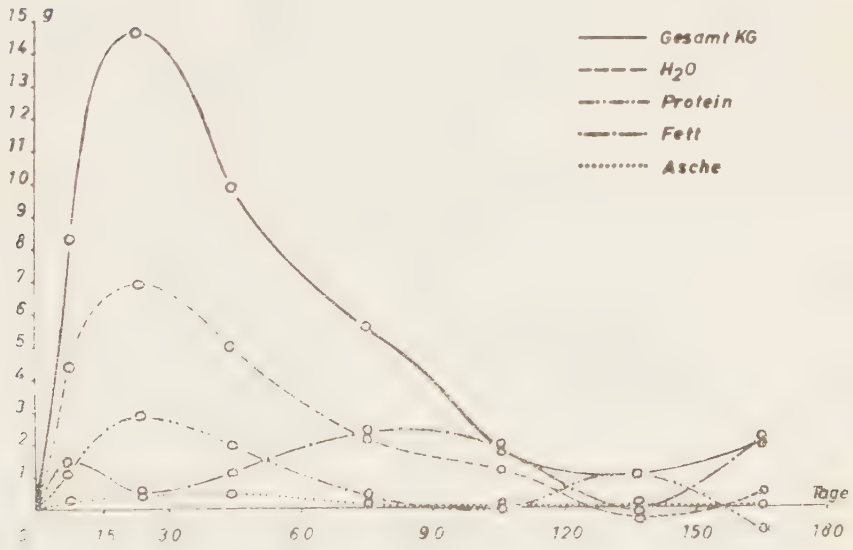


Abb. [illegible] Zuwachsraten (in g) für [illegible] sowie für die einzelne[illegible]

Der tägliche Zuwachs an Mineralstoffen ist nur gering und verläuft im wesentlichen konstant. Das Fettwachstum zeigt schon früh eine Zuwachssteigerung, die nach dem 15. Tag wieder geringer wird (in Abhängigkeit von der Nahrungsumstellung der Jungtiere) und zwischen dem 30. und dem 90. Tag noch einmal auf ein höheres Niveau ansteigt. Protein- und Wassergehalt haben im Zeitraum bis zum 30. Tag ihren höchsten Zuwachs erreicht; dieser nimmt bis zum 120. Tag wieder relativ gleichmäßig ab, die Kurve bildet jedoch für den Proteingehalt vor dem endgültigen Abfall am 150. Tag noch einmal ein zweites Maximum. Die H_2O-Zuwachskurve zeigt in diesem Zeitraum einen der Proteinkurve entgegengesetzten Verlauf. Sie sinkt zwischen dem 120. und 150. Tag unter Null, was absolute Abnahme des Wassergehalts bedeutet.- Die Verringerung der Zuwachsraten für Gesamtkörpergewicht, Fett und H_2O zwischen dem 120. und 150. Tag und der Wiederanstieg bis zum 180. Tag geht auch aus Abb. [illegible] hervor, die die absolute Körperzusammensetzung in g wiedergibt:

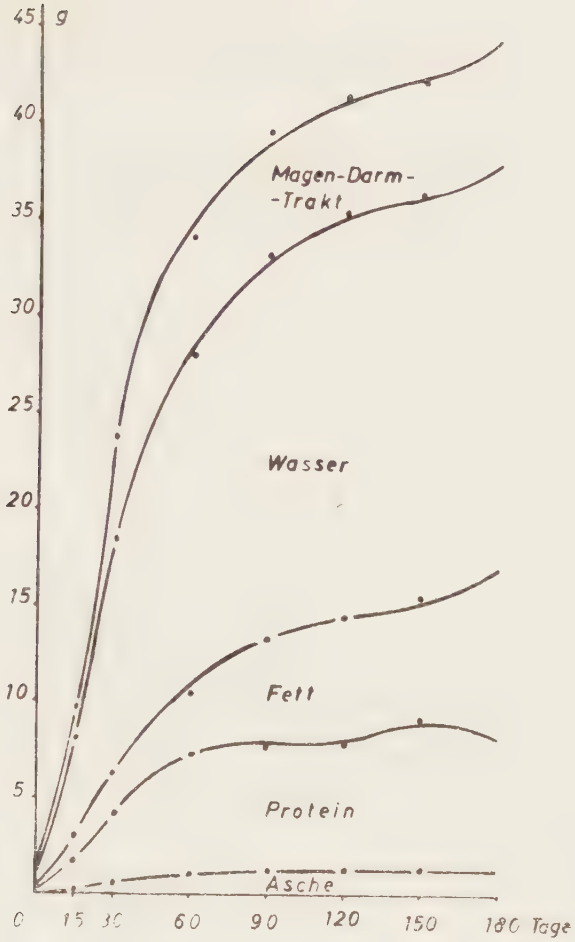


Abb. 3: Zusammensetzung des Mäusekörpers (g) im Zeitraum bis zum 180. Lebenstag. Die zu jedem Zeitpunkt ermittelten Analysenwerte wurden additiv auf der Ordinate aufgetragen, so daß sie sich zum Gesamtkörpergewicht ohne Magen-Darm-Trakt ergänzen.

In Abb. 4 ist für dasselbe Tiermaterial die prozentuale Körperzusammensetzung nach Entfernung des Magen-Darm-Traktes angegeben. Sehr deutlich auch hier die zunehmende Verschiebung des Protein-Fett-Verhältnisses zugunsten des Fettes.

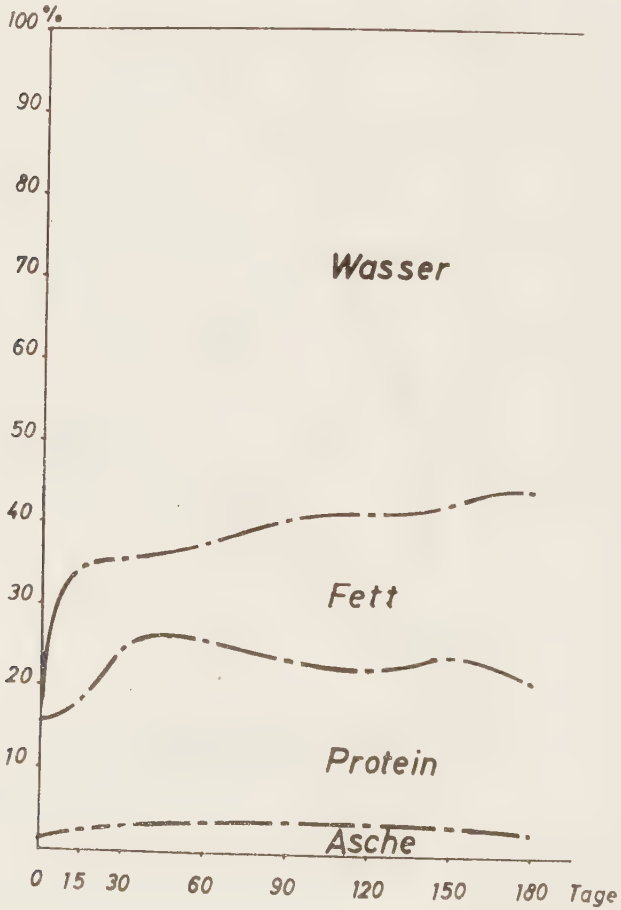


Abb. 4: Prozentuale Zusammensetzung des Mäusekörpers nach Entfernung des Magen-Darm-Trakts. Die einzelnen Analysenwerte sind ebenfalls additiv auf der Ordinate aufgetragen.

Die Angaben für die prozentuale Körperzusammensetzung und ihre Standardabweichungen sind neben den Daten für die Gewichtsentwicklung bis zum 180. Tag in Tab. 6 wiedergegeben. Der prozentuale H_2O-Gehalt zeigt - im Gegensatz zum Fettgehalt - eine nahezu lineare Abnahme, wobei die Werte der weiblichen Tiere im Durchschnitt etwas niedriger liegen als die der männlichen. Die Standardabweichungen nehmen im selben Zeitraum relativ gleichmäßig ab.- Der prozentuale Aschegehalt, der bei den ♀♀ Tieren durchweg höhere Werte aufweist als bei den ♂♂, hält sich, nach einem kurzen Anstieg bis zum 60. Tag, im wesentlichen auf demselben Niveau. Die zugehörigen Standardabweichungen sind gleichbleibend gering. Der prozentuale Fettgehalt erfährt - wie auch schon aus Abb. 2 hervorging - nach einem raschen Anstieg bis zum 15. Tag wieder einen Abfall. Nach dem 30. Tag findet eine relativ gleichmäßige Zunahme bis zum 180. Tag statt, bei den ♂♂ unterbrochen durch eine geringe Abnahme am 90. Tag, bei den ♀♀ am 120. Tag. Der prozentuale Proteingehalt hat seinen Höchstwert zwischen dem 30. und 60. Tag erreicht und fällt danach langsam ab, bei den ♂♂ unterbrochen durch ein zweites Maximum am 120. Tag, bei den ♀♀ am 150. Tag.- Abb. 5 gibt diese Verhältnisse anschaulich wieder. Es wird hier deutlich, daß sich die Extremwerte der Kurven für den prozentualen Fett- und Proteinansatz "in groben Zügen" antagonistisch verhalten. Außerdem fällt der unausgeglichenere Kurvenverlauf der ♀♀ Tiere auf. Diese Tatsache steht im Zusammenhang mit den relativ höheren Standardabweichungen der ♀♀, vor allem hinsichtlich des Proteingehalts.

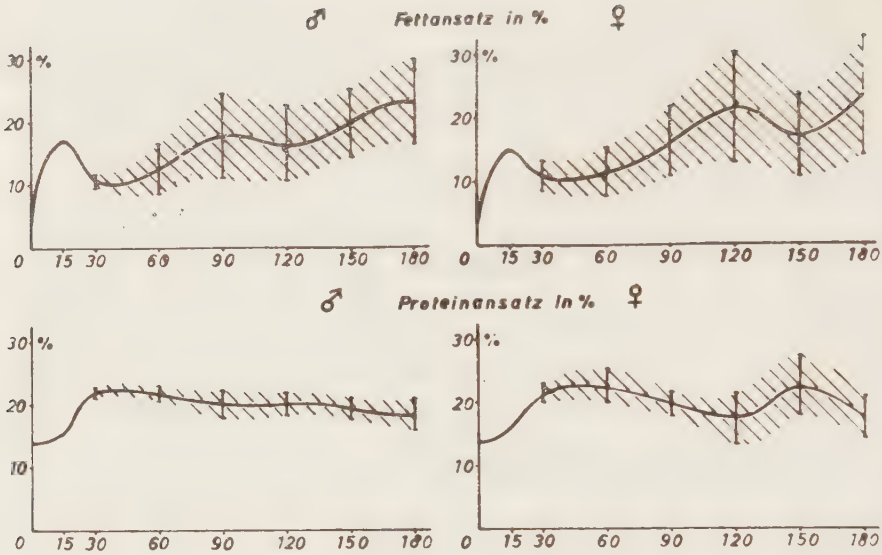


Abb. 5: Prozentualer Fett- und Proteingehalt männlicher und weiblicher Tiere im Alter bis zu 180 Tagen. Die Schraffur gibt den Bereich der Standardabweichung wieder.

In Tab. 7 ist neben den schon erwähnten Mittelwerten und Standardabweichungen einiger Gewichte die Körperzusammensetzung am 60. Tag wiedergegeben. Diesen Angaben liegt das Tiermaterial aus V_1 zugrunde. Sie stimmen im wesentlichen mit den Daten von Tab. 6 überein, die geringfügigen Unterschiede lassen sich durch das etwas anders strukturierte Material sowie durch die unterschiedlichen Versuchszeiten erklären.

Tabelle 7

Merkmal	♂♂			♀♀			Gesamtmaterial			
									vor d. Bereinigung	nach d. Bereinigung
	N	$\bar{x}$	s	N	$\bar{x}$	s	N	$\bar{x}$	s	s
Wurfgröße	187	10,947	2,464	188	10,968	2,469	375	10,957	2,467	2,466
Ø E.Gew.20.Tg (g)	173	12,761	1,161	174	12,755	1,150	347	12,758	1,149	1,149
Ø E.Gew.30.Tg (g)	185	23,142	1,828	186	23,137	1,825	371	23,139	1,824	1,824
E. Gew. 60.Tg (g)	189	36,774	1,083	190	28,518	2,881	379	32,635	5,095	2,979
Zun.30.-60.Tg (g)	185	13,634	2,957	179	5,604	2,775	364	9,685	4,936	3,000
Totgewicht (g)	189	34,741	3,147	190	27,152	2,859	379	30,936	4,843	3,002
Gew.o.M.D.Tr. (g)	189	30,501	2,859	190	23,306	2,437	379	26,894	4,470	2,647
Fett %	186	10,869	4,096	190	11,660	3,897	376	11,268	4,009	3,990
H_2O %	187	63,741	3,041	190	61,894	3,250	377	62,612	4,345	4,285
Asche %	187	3,527	0,261	190	4,156	0,394	377	3,844	0,435	0,300
Protein %	186	22,218	1,617	190	22,016	1,910	376	22,116	1,772	1,769
Protein (g)	186	5,739	0,978	190	5,106	0,466	376	5,922	0,977	0,522

Tab. 7: Mittelwerte und Standardabweichungen einiger Gewichte sowie der Körperzusammensetzung am 60. Tag (nach Geschlechtern getrennt sowie für das Gesamtmaterial mit unbereinigtem und bereinigtem Geschlechtseinfluß). Tiermaterial aus V_1.

Aus der Spalte "bereinigtes Gesamtmaterial" geht - wie schon erwähnt - hervor, daß von allen angeführten Merkmalen das 60-Tage-Gewicht sowie die Zunahme zwischen dem 30. und 60. Tag am stärksten durch das Geschlecht beeinflußt werden. (Totgewicht sowie Gewicht ohne Magen-Darm-Trakt sind vom 60-Tage-Gewicht abhängig und verhalten sich daher entsprechend).

Dieser Abschnitt läßt folgende Aussagen zu:

1. Die Gewichtszunahme der jugendlichen Tiere bis zum Alter von 15 Tagen beruht im wesentlichen auf einer raschen Zunahme des Fettgehalts. Im Zeitraum zwischen dem 15. und 60. Lebenstag dominiert der Proteingehalt, das Protein-Fett-Verhältnis verschiebt sich jedoch schon ab dem 30. Tag zugunsten des Fettes.
2. Die Variation der weiblichen Tiere ist hinsichtlich des Protein- und Fettansatzes größer als die der männlichen.
3. Der Wassergehalt zeigt im Verlauf des Wachstums eine nahezu lineare Abnahme. Der Aschegehalt verhält sich nach einem kurzen Anstieg bis zum 60. Tag nahezu konstant.

4.3. Phänotypische Beziehungen zwischen Gewichtsentwicklung und Körperzusammensetzung

Tab. 8 gibt Auskunft über die phänotypischen Korrelationen zwischen den einzelnen Untersuchungskriterien.

Auf die selbstverständlich hohen Korrelationen (wie z.B. zwischen Einzelgewicht am 60. Tag und Totgewicht etc.) braucht nicht extra eingegangen zu werden. Auch die hohe negative Korrelation zwischen H_2O- und Fettgehalt darf als bekannt vorausgesetzt werden. Auffallend hierbei ist jedoch der starke Geschlechtsunterschied.- Sehr niedrige Korrelationen bestehen natürlicherweise zwischen der Wurfgröße und allen übrigen Untersuchungsmerkmalen, infolge der Wurfreduzierung unmittelbar post partum auf eine einheitliche Zahl.

♀ \ ♂	Wurfgröße	ø E.Gew.20.Tg	ø E.Gew.30.Tg	ø E.Gew.60.Tg	Zun. 30.-60.Tg	Totgewicht	Gew.ohne M.D.Tr.	Fett %	H_2O %	Asche %	Prot. %	Prot. (g)
Wurfgröße		-0,0[illegible]	0,11	0,1[illegible]	0,10	0,1[illegible]	0,15	0,2[illegible]	-0,20	-0,17	-0,20	-0,01
ø E.Gew. 20.Tg	-0,03		0,47	0,31	0,0[illegible]	0,30	0,[illegible]	0,0[illegible]	0,04	0,08	-0,14	0,21
ø E.Gew. 30.Tg	0,11	0,17		0,36	-0,[illegible]	0,39	0,38	0,14	-0,08	-0,01	-0,19	0,27
ø E.Gew. 60.Tg	0,08	0,14	0.20		0,8[illegible]	0,90	0,89	0,20	-0,13	-0,37	-0,45	0,63
Zun. 30.-60.Tg	0,02	-0,14	-0,40	0.81		0,[illegible]	0,71	0,22	0,09	0,37	0,35	0,50
Totgewicht	0,10	0,15	0,[illegible]	0,94	0,76		0,9[illegible]	0,41	-0,21	-0,48	-0,57	0,61
Gew. ohne M.D.Tr.	0,11	0,15	0,21	0,93	0,75	0,98		0,37	-0,17	-0,49	-0,54	0,68
Fett %	0,25	0,10	0,05	0,46	0,40	0,48	0,50		-0,92	-0,53	-0,73	-0,22
H_2O %	-0,05	-0,04	0,05	-0,09	-0,11	-0,03	-0,10	-0,48		0,30	0,41	0,18
Asche %	-0,12	0,14	0,13	-0,39	-0,46	-0,42	-0,43	-0,56	0,17		0,64	-0,01
Protein %	-0,24	-0,13	-0,16	-0,50	-0,37	-0,54	-0,55	-0,68	0,08	0,58		0,24
Protein (g)	-0,12	0,05	0,08	0,57	0,49	0,59	0,61	-0,10	-0,02	0,06	0,33	

Tab. 8: Phänotypische Korrelationen zwischen den einzelnen Untersuchungsmerkmalen ($N_{♂♂}$ = 189, $N_{♀♀}$ = 190, Tiermaterial aus V_1, Geschlechter getrennt).
Vertrauensbereich: $P > 0,05 \hat{=} r > 0,15$; $P > 0,01 \hat{=} r > 0,19$; $P > 0,001 \hat{=} r > 0,24$

Die für Wachstumsversuche entscheidenden Komponenten Fett und Protein stehen in hochsignifikanter negativer Beziehung zueinander. Die Korrelationen zwischen dem H_2O-Gehalt und den übrigen Körperkomponenten (außer Fett) sind relativ gering. Die Zunahme zwischen dem 30. und 60. Lebenstag steht in hochsignifikanter positiver Beziehung zum prozentualen Fettgehalt; die Korrelation zu allen übrigen Körperkomponenten ist ebenfalls hochgesichert, jedoch negativ.

In Tab. 9 sind die phänotypischen Korrelationen für das Gesamtmaterial dargestellt. Sie liegen ungefähr in der Mitte zwischen den Korrelationen der ♂♂ und ♀♀.

Es ergibt sich hieraus also, daß schnellwachsende Tiere bei ad libitum-Fütterung einen höheren Fettansatz aufweisen als langsam wachsende, ihr prozentualer Mineralstoff- und Proteinanteil, und damit auch der H_2O-Gehalt, dagegen geringer ist.

Tabelle 9

	Wurfgröße	Ø E.Gew.20.Tg	Ø E.Gew.30.Tg	E.Gew.60.Tg	Zun. 30.-60.Tg	Totgewicht	Gew.ohne M.D.Tr.	Fett %	H_2O %	Asche %	Protein %	Protein (g)
Wurfgröße												
Ø E.Gew. 20.Tg	-0,03											
Ø E.Gew. 30.Tg	0,11	0,47										
E.Gew. 60.Tg	0,12	0,23	0,29									
Zun.30.-60.Tg	0,06	-0,05	-0,32	0,81								
Totgewicht	0,13	-0,23	0,31	0,92	0,72							
Gew.ohne M.D.Tr.	0,13	0,23	0,30	0,91	0,72	0,98						
Fett %	0,24	0,09	0,09	0,37	0,21	0,45	0,43					
H_2O %	-0,10	0,00	0,00	-0,10	-0,10	-0,13	-0,12	-0,61				
Asche %	-0,14	0,11	0,07	-0,37	-0,42	-0,44	-0,45	-0,54	0,21			
Protein %	-0,22	-0,14	-0,17	-0,47	-0,36	-0,55	-0,54	-0,70	0,18	0,60		
Protein g	-0,06	0,13	0,18	0,60	0,49	0,65	0,65	-0,17	0,06	0,02	0,28	

Tab. 9: Phänotypische Korrelationen für das Gesamtmaterial aus V_1 (N = 379)
Vertrauensbereich: $P > 0,05 \hat{=} r > 0,10$; $P > 0,01 \hat{=} r > 0,14$; $P > 0,001 \hat{=} r > 0,17$

[illegible] Genetische Parameter der Gewichtsentwicklung und der Körperzusammensetzung

Die [illegible] genetischen Korrelationen (Tab. [illegible]) sind wegen der [illegible] wenig [illegible] und nicht ganz ausgeglichenen Materials wenig aussagekräftig.- Trotz der hohen Fehlerwerte bestehen gesicherte genetische Korrelationen zwischen Fett- und Asche- bzw. zwischen Fett- und Proteingehalt sowie zwischen H_2O- und Proteingehalt. Die Zunahme zwischen dem 30. und 60. Tag ist mit den einzelnen Komponenten der Körpersubstanz geringgradig negativ korreliert.

Vergleicht man die phänotypischen mit den genetischen Korrelationen, so kann festgestellt werden, daß die Beziehungen zwischen 60-Tage-Gewicht und Fettgehalt sowie zwischen der Zunahme vom 30.-60. Tag und den einzelnen Komponenten der Körpersubstanz in stärkerem Maße phänotypisch als genetisch miteinander korreliert sind. Ebenso verhält es sich mit der Beziehung zwischen Asche- und Proteingehalt. Für die Beziehungen zwischen Fett- und Aschegehalt bzw. Fett- und Proteingehalt und vor allem für die Beziehung zwischen H_2O- und Proteingehalt liegen die genetischen Korrelationen jedoch wesentlich höher.

Die Heritabilitäten und ihre Standardfehler für die einzelnen Merkmale der in V_1 untersuchten Population sind in Tab. 11 dargestellt. Sie lassen dieselbe Problematik erkennen wie sie eben schon für die genetischen Korrelationen [illegible] wurde (hohe Standardfehler, Werte über 1 bzw. negative Varianzen). Außerdem liegen die Heritabilitätswerte für das Körpergewicht insgesamt höher als in der Literatur für das entsprechende Alter angegeben. Es muß an dieser Stelle jedoch noch einmal betont werden, daß ein exakter Vergleich mit den Literaturangaben auf Grund der unterschiedlichen Materialbeschaffenheit nicht möglich ist.

Tabelle 10

	Wurf-größe	Ø E.Gew. 20.Tg	Ø E.Gew. 30.Tg	E.Gew. 60.Tg	Zun.30.-60.Tg	Tot-gew.	Gew.oh. M.D.Tr.	Fett %	H_2O %	Asche %	Prot. %	Prot. (g)
Wurfgröße												
Ø E.Gew.20.Tg	-0,01± 0,32											
Ø E.Gew.30.Tg	0,11± 0,26	0,48± 0,26										
E.Gew.60.Tg	0,21± 0,27	0,47± 0,28	0,61± 0,18									
Zun.30.-60.Tg	0,09± 0,38	-0,07± 0,37	-0,53± 0,23	0,36± 0,30								
Totgewicht	0,22± 0,27	0,48± 0,29	0,64± 0,17	0,96± 0,2	0,28± 0,32							
Gew.ohne M.D.Tr.	0,22± 0,27	0,50± 0,28	0,63± 0,18	0,95± 0,3	0,27± 0,32	0,97± 0,2						
Fett %	0,42± 0,24	0,12± 0,36	0,18± 0,29	0,24± 0,30	0,04± 0,35	0,34± 0,28	0,30± 0,29					
H_2O %	-0,53± 0,42	0,01± 0,41	0,00	-0,16± 0,50	-0,18± 0,56	-0,21± 0,50	-0,16± 0,51	1,12± 0,14				
Asche %	-0,25± 0,28	0,21± 0,38	0,11± 0,31	0,05± 0,33	-0,08± 0,36	-0,10± 0,33	-0,9± 0,33	-0,61± 0,21	1,20± 0,24			
Protein %	-0,39± 0,26	-0,30± 0,38	-0,34± 0,28	-0,40± 0,28	-0,02± 0,37	-0,53± 0,24	-0,51± 0,25	-0,89± 0,07	0,95± 0,05	0,48± 0,27		
Protein (g)	-0,11± 0,28	0,25± 0,32	0,37± 0,25	0,65± 0,18	0,26± 0,32	0,56± 0,21	0,61± 0,20	-0,48± 0,24	0,67± 0,28	0,32± 0,29	0,37± 0,28	

Tab. 10: Genetische Korrelationen für das Gesamtmaterial aus V_1 (N = 361)

Tabelle [illegible]

Merkmal	h^2 V	h^2 M	h^2 V+M
30-Tage L.Gew.	[illegible] ± [illegible]	[illegible] ± [illegible]	[illegible] ± [illegible]
Zun.30.-60.Tg	[illegible] ± [illegible]	[illegible] ± [illegible]	[illegible] ± [illegible]
Totgewicht	[illegible] ± [illegible]	[illegible] ± [illegible]	[illegible] ± [illegible]
Gew.on.M.D.Tr.	[illegible] ± [illegible]	[illegible] ± [illegible]	[illegible] ± [illegible]
Fettgehalt %	[illegible] ± [illegible]	[illegible] ± [illegible]	[illegible] ± [illegible]
H_2O-Geh. %	[illegible] ± [illegible]	neg. Varianz	[illegible] ± [illegible]
Aschegeh. %	[illegible] ± [illegible]	[illegible] ± [illegible]	[illegible] ± [illegible]
Proteingeh. %	[illegible] ± [illegible]	[illegible] ± [illegible]	[illegible] ± [illegible]
Protein (%)	[illegible] ± [illegible]	[illegible] ± [illegible]	[illegible] ± [illegible]

Tab. [illegible]: Heritabilitäten und ihre Standardfehler für das Tiermaterial aus V_1

(h^2_{Vater} = [illegible]; $h^2_{Mütter}$ = [illegible]; Gesamttierzahl = [illegible])

Anhand der Unterschiede zwischen den auf der Basis der väterlichen und mütterlichen Komponenten geschätzten Heritabilitätswerten läßt sich der Einfluß der maternalen Effekte erkennen, besonders deutlich bei der Zunahme zwischen dem [illegible]. und [illegible]. Tag, beim prozentualen Fettgehalt sowie beim Proteingehalt. Die anhand der väterlichen Komponente geschätzten Werte scheinen daher die zuverlässigeren zu sein.- Die Heritabilitäten für den gemeinsamen väterlichen und mütterlichen Einfluß auf die Ausprägung der einzelnen Untersuchungsmerkmale in den Versuchstieren stellen ungefähr einen Mittelwert der nach Vater und Mutter getrennten Heritabilitätswerte dar.

5. DISKUSSION

Wie schon aus der Literatur zu entnehmen war, folgt das Wachstum höher organisierter Lebewesen im allgemeinen einer charakteristischen, mehr oder weniger stark ausgeprägten S-Kurve. Diese ist zumeist asymmetrisch, da wir es ja nicht mit einer einfachen mathematischen Gesetzmäßigkeit zu tun haben, sondern mit einem komplexen Vorgang, der durch die verschiedenartigsten Faktoren beeinflußt wird. So zeigen auch die für das untersuchte Tiermaterial dargestellten Wachstumskurven keinen stetigen Verlauf, sondern weisen Abweichungen auf (besonders deutlich aus den Kurven für Gewichtsentwicklung, Protein- und Fettgehalt zu ersehen). Als Ursachen dafür können geringes Tiermaterial sowie etwaige Untersuchungsfehler oder zufällige Umwelteinflüsse weitgehend ausgeschaltet werden, da die Unstetigkeiten bei weiblichen und männlichen Tieren gleichermaßen vorhanden sind, jedoch zeitlich verschoben. So liegt beispielsweise das zweite Maximum in der Kurve für den prozentualen Fettgehalt bei den ♂♂ Tieren bei 90 Tagen, bei den ♀♀ bei 120 Tagen, das zweite Minimum jeweils eine Meßzeit später. Der prozentuale Proteingehalt verhält sich gegenläufig, d.h. das Maximum in der Fettgehaltskurve wird mit einem Minimum beantwortet und umgekehrt - männliche und weibliche Tiere differieren hierbei wiederum um eine Meßzeit. Es scheinen demnach endogene Faktoren wirksam zu sein, die - wegen des Vorhandenseins der Unstetigkeiten bei beiden Geschlechtern - genetisch fixiert sein müssen. Daß bei den weiblichen Tieren die Unstetigkeiten jeweils eine Meßzeit später auftreten, mag mit ihrem langsameren Wachstum zusammenhängen. Der rasche Anstieg des prozentualen Fettgehalts innerhalb der ersten 15 Tage sowie der darauffolgende Abfall bis zum 30. Tag ist erfahrungsgemäß im Zusammenhang mit der Nahrungsumstellung der jungen Mäuse zu sehen, d.h. mit abnehmender Milchleistung des Muttertieres und beginnender Aufnahme fester Nahrung verringert sich der prozentuale Fettgehalt des Körpers. Nach der Geschlechtsreife erfolgt der langsame Wiederanstieg. Der

Proteingehalt dagegen hat zum Zeitpunkt von 30 Tagen sein erstes Maximum erreicht.

Hinsichtlich der unterschiedlichen Wachstumsgeschwindigkeit männlicher und weiblicher Mäuse konnte in Übereinstimmung mit KORKMAN, KIDWELL ~~und HOWARD~~ festgestellt werden, daß sich deutliche Geschlechtsunterschiede ungefähr ab dem 30. Lebenstag manifestieren, nach Ansicht anderer Autoren jedoch sind schon im Alter von 20 Tagen bzw. zum Zeitpunkt der Geburt Unterschiede feststellbar. Es muß hierbei - wie auch in Anbetracht der unterschiedlichen Gewichtsangaben - berücksichtigt werden, daß die den einzelnen Untersuchungen zugrunde liegenden Tierpopulationen nur beschränkt miteinander vergleichbar sind, da die jeweiligen Autoren mit unterschiedlichen Stämmen bzw. Linien und verschiedenen Tierzahlen gearbeitet haben, und außerdem die Haltungs- und Fütterungsbedingungen variierten. So ist es beispielsweise sehr entscheidend, ob den Untersuchungen Inzuchtlinien, Kreuzungslinien oder - wie hier-Mischpopulationen zugrunde gelegen haben. Ingezüchtete Mäuse zeigen eine niedrigere Lebenserwartung, früheren Wachstumsabschluß sowie raschere Verfettung als Kreuzungs- oder unselektierte Tiere.

Der Zeitpunkt des Wachstumsabschlusses konnte im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen nicht völlig geklärt werden. Für die ♀♀ Tiere müßte man aufgrund der vorliegenden Daten eine Beendigung des Gewichtszuwachses mit 180 Tagen annehmen, da schon ab dem 90.-120. Lebenstag keine wesentlichen Steigerungen mehr zu verzeichnen sind. Die ♂♂ Tiere dagegen zeigen nach einer Stagnationsphase zwischen dem 120. und 150. Tag noch einmal einen deutlichen Anstieg zum 180. Tag hin, der auf weitere Gewichtszunahme nach diesem Zeitraum schließen läßt, auf Grund der hohen Standardabweichung (Irrtumswahrscheinlichkeit = 25 %) statistisch jedoch kaum gesichert ist.

Anhand von Kontrollmessungen, die an 1-jährigen Tieren derselben Herkunft durchgeführt wurden, ergab sich, daß die ♂♂

Tiere zwischen dem 180. und 360. Tag Ø noch 4,4 g (≅ 2,9 % ihres 180-Tage-Gewichts) zunehmen, die ♀♀ dagegen etwa 7,3 g (≅ 13,8 % ihres 180-Tage-Gewichts). Diese Feststellung kommt - was den Zuwachs der ♀♀ Tiere anbetrifft - in Anbetracht der obigen Ergebnisse überraschend. Es ergeben sich daraus folgende Deutungsmöglichkeiten:

1. Es liegt ein zyklischer Wachstumsverlauf vor, wie von manchen Autoren vermutet wird. Dies würde bedeuten: der Gewichtsanstieg der ♂♂ Tiere zwischen dem 150. und 180. Tag stellt den Anfang einer 2. Phase dar. Diese beginnt für die ♀♀ Tiere, entsprechend ihrem langsameren Wachstum, erst nach dem 180. Tag, was ihren höheren Zuwachs im Zeitraum zwischen dem 6. und 12. Monat erklärt. - Dagegen spricht, daß diese 2. Phase ihrem Umfang nach relativ eng begrenzt wäre. Außerdem treten Unstetigkeiten - wenn auch in geringerem Maße - im gesamten Verlauf der Wachstumskurve auf.

2. Die Wachstumskurve der ♂♂ Tiere, welche zunächst steiler verläuft als die der ♀♀, geht relativ plötzlich in die Phase der asymptotischen Annäherung an den Endwert über. (Der Anstieg zwischen dem 150. und 180. Tag müßte in diesem Fall als nicht signifikant vernachlässigt werden). Die ♀♀ Tiere zeigen eine insgesamt flachere, jedoch relativ kontinuierliche Kurve, welche weniger abrupt in die asymptotische Endphase übertritt.- Dies würde, wie im ersten Fall, den stärkeren Zuwachs der ♀♀ nach dem 180. Tag erklären; über den Rahmen einer bloßen Vermutung kann hier jedoch nicht hinausgegangen werden.

Wie schon im Abschnitt "Versuchsbeschreibung" erwähnt, entstammt das Tiermaterial, das dieser Arbeit zugrunde liegt, einem größeren Versuch, in welchem die Selektionsmöglichkeiten auf Proteinansatz und Adaptationsvermögen untersucht werden. Dies führt zu der Überlegung, was sich aus den in den Abschnitten 4.3 und 4.4 dargestellten Ergebnissen für die Frage nach einem brauchbaren Selektionskriterium ergibt und

inwieweit die Maus die Anforderungen erfüllt, die an ein Modelltier für züchterische Versuche - in diesem Fall mit Schweinen - gestellt werden müssen.

Selektion auf maximale Proteinmenge zu einem bestimmten Zeitpunkt (60. Tag) kann anhand verschiedener Kriterien erfolgen:

Zunächst sei die Selektion auf Gewicht bei konstantem Alter genannt. Sie verspricht einigen Erfolg, da zwischen Gewichtszunahme und absoluter Proteinmenge enge positive (phänotypische und genetische) Beziehungen bestehen. Außerdem ist der Zeit- und Arbeitsaufwand bei dieser Methode gering, die Selektionsschärfe dagegen hoch, da sämtliche Tiere zur Weiterzucht verwendet werden können. Eingeschränkt wird der Selektionserfolg durch die hohen negativen Korrelationen zwischen Gewicht (bei konstantem Alter) und prozentualem Proteingehalt (am 60. Tag), sowie durch die hochsignifikanten positiven Beziehungen zwischen Gewicht und prozentualem Fettgehalt. Da demzufolge der prozentuale Proteingehalt mit zunehmendem Alter sinkt, während der prozentuale Fettgehalt ansteigt, wäre die Selektion zu einem früheren Zeitpunkt zu erwägen, was mit dem Vorteil der Verringerung des Generationsintervalls verbunden wäre.- HULL berichtet 1960 dazu, daß bei Selektion auf hohes 3-Wochen-Gewicht der Fettgehalt prozentual mehr ansteigt als bei Selektion auf hohes 4 1/2- oder 6-Wochen-Gewicht. Er vermutet, daß bei einer Selektion auf Gewicht zum Zeitpunkt des niedrigsten prozentualen Fettgehalts u.U. gerade die Tiere herausgegriffen werden, deren Fettgehalt schon wieder im Zunehmen begriffen ist, d.h. man selektiert in diesem Fall auf frühreife fette Tiere.- LANG und LEGATES (1969) berichten in ähnlicher Weise, daß sich der prozentuale Fettgehalt bei Selektion auf hohes 6-Wochen-Gewicht nur wenig ändert.

Es scheint demnach die Selektion im Alter von 60 Tagen - abgesehen von der längeren Versuchsdauer - wesentliche Vorteile gegenüber der Selektion zu einem früheren Zeitpunkt

aufzuweisen. Außerdem spielen maternale Effekte durch die Säugeleistung zu diesem Zeitpunkt keine Rolle mehr, bei Selektion mit 3 oder 4 Wochen ist der Laktationseinfluß jedoch noch sehr stark (sofern nicht von kupierten Würfen ausgegangen wird).

Nimmt man den Zuwachs nach dem Absetzen als Selektionskriterium, so spielen maternale Effekte durch die Säugeleistung kaum eine Rolle. Die genetische Beziehung zwischen dem Zuwachs nach dem Absetzen und dem absoluten Proteingehalt ist jedoch nur gering und der Standardfehler höher als die Korrelation selbst. Dazu muß das mit steigendem Alter immer ungünstiger werdende Protein-Fett-Verhältnis berücksichtigt werden, so daß diese Selektionsmethode eigentlich nur dann als einigermaßen brauchbar angesehen werden kann, wenn der Zeitraum, in dem der Zuwachs gemessen wird, nicht zu weit gewählt wird (siehe dazu TIMON, EISEN, LEATHERWOOD, 1969 sowie BIONDINI, SUTHERLAND, HAVERLAND, 1968).

Eine weitere Möglichkeit ist die Selektion auf Proteinansatz im Untersuchungszeitraum. Die hohe Heritabilität des absoluten Proteingehalts verspricht dieser Methode großen Erfolg; allerdings ist sie sehr zeit- und arbeitsaufwendig und die Selektionsschärfe ist nicht so groß, da immer nur ein Teil der Tiere zur weiteren Selektion zur Verfügung steht, die übrigen werden der Ganzkörperanalyse zugeführt.

Selektiert man auf ein günstiges Protein-Fett-Verhältnis, so ergeben sich dieselben Nachteile wie eben erörtert. Hinzu kommt noch die Tatsache, daß damit gleichzeitig auf geringe Wachstumsintensität selektiert wird, da eine signifikant-negative Beziehung zwischen dem prozentualen Proteingehalt und der Wachstumsgeschwindigkeit besteht.

Zu erwähnen bleibt noch die Selektion auf Alter bei konstantem Gewicht. Hierfür gilt im Prinzip das im Abschnitt "Selektion auf Gewicht bei konstantem Alter" Gesagte. Hinzu kommt die Tatsache, daß der Fettansatz weit stärker vom Gewicht abhängig ist als von einem bestimmten Alter. Man erreicht

dadurch unter anderem eine geringere Varianz im Fettanteil; die Qualität des Zuwachses, d.h. das Protein-Fett-Verhältnis, wird allerdings nur indirekt beeinflußt. Dies hat eine relativ geringe Selektionsschärfe zur Folge (die jedoch auf Grund der Verwendbarkeit aller Tiere für die weitere Selektion etwas verbessert wird). Die rasche Entwicklung der Maus bringt zudem den Nachteil des ständigen Wiegens mit sich. Außerdem bereitet die Identifikation der einzelnen Tiere oft technische Schwierigkeiten, weshalb diese Selektionsmethode bei größeren Tieren besser zu handhaben ist.

Inwieweit sind nun solche an Mäusen gewonnenen Ergebnisse übertragbar?

Die Entscheidung, die Maus als mögliches Modelltier für züchterische Versuche mit Schweinen zu wählen, leitet sich zunächst aus folgenden groben Übereinstimmungen ab: Beide Tierarten sind polyöstrich, multipar und bringen eine vergleichbare Anzahl von Jungen pro Wurf zur Welt. Außerdem sind sowohl Suiden als auch Nager Allesfresser, mit einhöhligem Magen, d.h. sie weisen ähnliche verdauungsphysiologische Verhältnisse auf.

Ob und inwieweit Übereinstimmungen auch hinsichtlich des Wachstumsverlaufs und der Körperzusammensetzung vorhanden sind, soll im folgenden kurz erläutert werden:

Die Maus verdoppelt ihr Geburtsgewicht innerhalb von 3-4 Tagen. Mit 4-5 Wochen, zur Zeit der Geschlechtsreife, hat sie das 13 1/2-fache Geburtsgewicht erreicht.- Das Schwein verdoppelt sein Geburtsgewicht in durchschnittlich 9-10 Tagen und steigert dies bis zur Geschlechtsreife, mit ungefähr 6 Monaten, auf das 75-fache.- Ein Geschlechtsunterschied bezüglich der Wachstumsintensität besteht beim Schwein ebenso wie bei der Maus: männliche Tiere wachsen schneller und erreichen durchschnittlich ein höheres Endgewicht.

Zur Frage der Körperzusammensetzung kann allgemein gesagt werden, daß Schweine fetter sind als Mäuse, dagegen einen

geringeren prozentualen Proteinanteil aufweisen. Mit Eintritt der Geschlechtsreife - um nur einen Zeitpunkt herauszugreifen - hat die Maus einen prozentualen Fettgehalt von durchschnittlich 11 %, einen Proteingehalt von ungefähr 21 %, der Wassergehalt beträgt etwa 65 %. Das Schwein weist zur selben Zeit ungefähr 33 % Fett, 13 % Eiweiß sowie 50 % H_2O auf. Die Zuwachssteigerung des Fettanteils ist beim Schwein, im Gegensatz zur Maus, schon vom Zeitpunkt der Geburt an höher als die des Proteinanteils.

Die Korrelations- sowie Heritabilitätskoeffizienten bezüglich der Körperzusammensetzung von Schwein und Maus lassen sich nicht voll miteinander vergleichen, da die Zusammensetzung des Schweinekörpers zumeist nach anderen Gesichtspunkten beurteilt wird. Es lassen sich jedoch Hilfsgrößen heranziehen, die zumindest Anhaltspunkte für einen Vergleich bieten:

Die Heritabilität der Seitenspeckdicke des Schweines als Maß für den Fettgehalt des Körpers liegt bei Mastende in der Größenordnung von h^2 = 0,4 - 0,5. Die h^2-Werte der Fleischfläche des M.long.dorsi bzw. der Fettfläche über dem M.long.dorsi liegen durchschnittlich ebenfalls bei 0,4 - 0,5. Das Fleisch-Fett-Verhältnis weist einen h^2-Wert von 0,5 - 0,6 auf.- Bei der hier untersuchten Mäusepopulation liegen die h^2-Werte für den prozentualen Fett- bzw. Proteingehalt am 60. Tag in der Größenordnung von 0,65 (in der Literatur werden jedoch meist niedrigere Werte angegeben).

Die phänotypischen und genetischen Korrelationen zwischen Fettfläche und Fleischfläche des M.long.dorsi - als Hilfsgrößen für das Fleisch-Fett-Verhältnis - liegen beim Schwein in der Größenordnung zwischen -0,3 und -0,7. Die Korrelationen zwischen Fettgehalt und Proteingehalt der untersuchten Mäusepopulation liegen bei -0,7 bis -0,8.

Die Maus weist somit hinsichtlich Ernährung und Fortpflanzung weitgehende physiologische Übereinstimmungen mit dem Schwein auf; für den Wachstumsverlauf und die Körperzusammen-

setzung trifft das nur in Bezug auf solche Kriterien zu, die nahezu bei allen Säugern - zumindest den höher organisierten - übereinstimmen (höhere Wachstumskapazität männlicher Tiere, Hauptwachstumsperiode zum Zeitpunkt der Geschlechtsreife abgeschlossen, etc.).

Solche Gemeinsamkeiten sind für die Eignung der Maus als Modelltier letztlich jedoch weit weniger entscheidend als die Informationen, die es zu gewinnen gilt:

Geht es darum, genetische Zusammenhänge aufzuzeigen sowie züchterische Ansätze und Möglichkeiten zu überprüfen, so lassen sich aus Versuchen mit Mäusen durchaus Hinweise für weitereszüchterisches Vorgehen ableiten, sofern die betreffenden Merkmale ähnliche genetische Parameter aufweisen wie beim Schwein.- Da zudem die Maus aufgrund ihrer Größe, ihrer problemlosen Haltung, der raschen Generationsfolge sowie der hohen Reproduktionsrate a priori für züchterische Experimente sehr gut geeignet ist, darf angenommen werden, daß sie für Versuche im oben genannten Sinne ein durchaus brauchbares Modelltier für das Schwein ist, auch wenn die durch sie gewonnenen Ergebnisse nur als Hinweise gedeutet werden können oder (nach ROBERTS, 1965) "as a pilot study in an unknown situation".

6. ZUSAMMENFASSUNG

Zum Studium des Wachstumsverlaufs von Mäusen, insbesondere der Beziehung zwischen Gewichtsentwicklung und Körperzusammensetzung, wurden in verschiedenen Altersstufen Gewichtsmessungen durchgeführt sowie die prozentualen Anteile von Fett, Eiweiß, Asche und H_2O am Gesamtkörpergewicht ohne Magen-Darm-Trakt untersucht. In zwei getrennten Versuchen gelangten insgesamt 521 Tiere aus einer unselektierten Mischpopulation zur Auswertung. Es wurden sowohl phänotypische als auch genotypische Parameter erfaßt.

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Der Wachstumsverlauf der Maus folgt weitgehend der in der Literatur beschriebenen S-förmigen Kurve. Es sind jedoch Unstetigkeiten vorhanden, die sowohl in der Gewichtsentwicklung als auch in den Kurven für den prozentualen Eiweiß-, Fett- und H_2O-Gehalt zum Ausdruck kommen.

2. Analog zu den Befunden an anderen Tierarten liegt die höchste Zuwachsrate des Proteins in einem früheren Zeitraum als die höchste Zuwachsrate des Fetts.

3. Das Verhältnis der einzelnen Komponenten (Asche, Fett, Protein und H_2O) zueinander ändert sich im Zeitraum zwischen Geburt und 60. Lebenstag von 1:2:9:54 auf 1:3:6:16. Im Alter von 180 Tagen beträgt das Verhältnis etwa 1:7:5:16.

4. Deutliche Geschlechtsunterschiede lassen sich etwa ab dem 30. Tag feststellen. Sie betreffen vor allem das Gesamtkörpergewicht, das bei den ♂♂ Tieren bis zum Alter von 180 Tagen durchschnittlich 49,56 g erreicht, bei den ♀♀ durchschnittlich 38,9 g.- Der prozentuale H_2O-Gehalt zeigt bei den ♂♂ ebenfalls etwas höhere Werte, ihr prozentualer Ascheanteil dagegen ist geringer als der der ♀♀.- Hinsichtlich des prozentualen Fett- und Proteingehalts sind kaum Unterschiede zwischen den Geschlechtern vorhanden, nur die Standardabweichungen liegen bei den ♀♀ Tieren durchschnittlich etwas höher.

5. Es bestehen straffe phänotypische und genetische Korrelationen zwischen den Komponenten Eiweiß, Fett und H_2O. Die phänotypischen Korrelationen zwischen Merkmalen der Wachstumsgeschwindigkeit (v.a. dem Gewicht am 60. Tag sowie dem Zuwachs zwischen dem 30. und 60. Tag) und Merkmalen der Körperzusammensetzung (v.a. dem prozentualen Fett- und Proteingehalt) liegen in Größenordnungen zwischen 0,4 und 0,5 und sind hochgesichert.

6. Bei Beschränkung der Wurfgröße auf 7-9 Tiere sind nur sehr geringe Korrelationen zwischen der Gewichtsentwicklung und der Wurfgröße festzustellen, zwischen Wurfgröße und prozentualem Fett- bzw. Proteingehalt dagegen Korrelationen von r = 0,24 bzw. r = 0,22.

7. Die Heritabilitätskoeffizienten für die einzelnen Untersuchungsmerkmale - abgesehen vom prozentualen H_2O-Gehalt - liegen im Bereich von h^2 = 0,6. Ihre Standardfehler sind relativ hoch, d.h. sie liegen in der Größenordnung von ± 0,3.

Abschließend werden die Möglichkeiten der Selektion auf maximale Proteinmenge des Tierkörpers zu einem festgesetzten Zeitpunkt sowie die Brauchbarkeit der Maus als Modelltier für züchterische Versuche mit Schweinen diskutiert.

LITERATURVERZEICHNIS

BAULE, B.	1924	Landwirtschaftliches Jahrb. 59, 351-54
BIONDINI, P.E. SUTHERLAND, T.M. HAVERLAND, L.H.	1968	Body composition of mice selected for rapid growth rate, J.Anim.Sci., 27, 5-12
BOYLAN, W.J. ROBERTS, W.K.	1968	Genetic differences for fatty acids and other body components in mice. J.agr.Sci.Camb., 70, 73-76
BERTALANFFY, L.v.	1948	Das organische Wachstum und seine Gesetzmäßigkeiten. Experientia, Basel, 4, 255
	1951	Theoretische Biologie, Bd.II: Stoffwechsel und Wachstum. 2. Aufl., Franke, Bern
CHEEK, D.B. HOLT, A.B.	1963	Growth and body composition of the mouse. Americ.J.Phys. 205 (5), 913-918
CHLUMECKY, J.	1966	Postnatal growth of hairless BFU laboratory mice in relation to their milk production. Sb.zys.Sk.zemen. Bruc Rada D, (2), 121-34
COX, D.F. LEGATES, J.E. COCKERHAM, C.C.	1959	Maternal influence on body weight. J.Anim.Sci. 18 (2), 518-27
DAWSON, N.J.	1970	Body composition of inbred mice. Comp. Biochem. Physiol. 37, 589-53
EHRENBERG, R.	1923	Theoretische Biologie vom Standpunkt der Irreversibilität des elementaren Lebensvorgangs. Verlag Springer, Berlin
EISEN, E.J. LEGATES, J.E. ROBINSON, O.W.	1970	Selection for 12-day litter weight in mice. Genetics, Austin Tex. 64: 511-32

FALCONER, D.S. 1960 Introduction to quantitative genetics. Vlg Oliver & Boyd, Edinburgh and London, 175 u. 317

FORTUYN, M. 1929 M. musc. and M. wagneri compared. J.Genet. 16

FOWLER, R.E. 1958 The growth and carcass composition of mice selected for large and small body size. J.agr.Sci. 51, 137-48

1968 Body development and some problems of its evaluation. In "Growth and development of mammals", Lodge/Lamming (editors), Butterworth, London, 195-211

FRIEDENTHAL, H. 1914 Allgemeine und spezielle Physiologie des Menschenwachstums. Verlag Springer, Berlin

GALL, G.A.
KYLE, W.H.
ROGLER, J.C.
ANDERSON, V.L. 1967 Genetic parameters of protein metabolism and growth in mice. Genetics, Austin Tex. 56, 215-25

HOEPPE, K. 1959 Das reaktionskinetische Grundgesetz, auf das Wachstum bezogen und anderen Wachstumsformulierungen gegenübergestellt. Landw. Diss. Gießen

HULL, P. 1960 Genetic relations between carcass fat and body weight in mice. J.agr.Sci. 55, 317-21

IBARAKI, T.
NOMURA, S. 1967 Studies on the growth of ICR-JCL-mice. Part I. Bull.exp.Anim. Tokyo, 16,1-11

KIDWELL, J.F.
HOWARD, A. 1969 The inheritance of growth and form in the mouse. Growth 33, 269-89

KORKMAN, N. 1957 Selection with the regard to the sex difference of body weight in mice. Hereditas, Lund, 43, 665-78

KRONACHER, C. 1929 Züchtungslehre. Verlag P. Parey, Berlin

LAIRD, A.K.
HOWARD, A. 1967 Growth curves in inbred mice. Nature, London, 213, 786-88

LANG, B.J.
LEGATES, J.E. 1969 Rate, composition and efficiency of growth in mice selected for large and small body weight. Theor. and Appl. Genetics, 39, 306-14

LETTRE, H. 1951 Zeitschr. Elektrochem. 55, 531-35

LINZBACH, A.J. 1955 Hdb. d. Allg. Pathol. Bd. VI/1, 180-306, Vlg Springer, Heidelberg

MONTEIRO, L.S. 1966 Compensatory growth and sexual maturity in mice. Anim. Prod. 8, 179-92

MOORE, R.W.
EISEN, E.J.
ULBERG, L.C. 1970 Prenatal and postnatal maternal influences on growth in mice selected for body weight. Genetics, Austin Tex. 64, 59-68

MORGAN, T.H. 1909 Experiment. Zool., Vlg Teubner, Leipzig

RAHNEFELD, G.W.
BOYLAN, W.J.
COMSTOCK, R.E. 1962 Genetic correlation between growth rate and litter size in mice. Canad. J. Genet. Cytol., 4, 289-95

ROBERTS, R.C. 1965 Some contributions of the laboratory mouse to animal breeding research. Anim. Breed. Abstr., Vol. 33, 819-33

ROESSLE, R. 1917 Ergebnisse der Allgemeinen Pathologie. 18, 677-892

1923 Wachstum und Altern. Vlg J.F.Bergmann München

RUBNER, M. 1909 Kraft und Stoff im Haushalte der Natur. Akad. Verlagsges. Leipzig

SALLER, K. 1927 Roux' Arch. 111, 478-592

SHIBATA, K. 1964 Genetical and biometrical studies on the body weight of mice. J.agr.sci., Tokyo

SLAWINSKI, T. 1970 Phenotypic relationships between lactational influence of the dam and growth in laboratory mouse. Zwierz. lab. 8, 65-75

TIMON, V.M.
EISEN, E.J.
LEATHERWOOD, J.M. 1969 Comparisions between ad libitum and restricted feeding of mice selected for postweaning gain, Part II. Genetics 65, 149-55

VINSON, W.E.
EISEN, E.J.
ROBINSON, O.W. 1969 Predicted response to selection for crossbred performance in mice. J.Anim.Sci., 28, 725-33

YOUNG, C.W.
LEGATES, J.E. 1965 Genetic, phenotypic and maternal interrelationships of growth in mice. Genetics, Austin Tex., 52, 563-76

YOUNG, C.W.
LEGATES, J.E.
FARTHING, B.R. 1965 Prenatal and postnatal influence on growth, prolificacy and maternal performance in mice. Genetics, Austin Tex., 52, 553-61

Lebenslauf

14.8.1946	geboren in Ravensburg/Württ.

Schulausbildung:

1953 - 1956	Besuch der Ravensburger Grundschule
1956 - 1959	Besuch des Mädchengymnasiums Ravensburg
1959 - 1962	Besuch des Progymnasiums in Möckmühl
1962 - 1965	Besuch des Lichtensterngymnasiums in Großsachsenheim
1965	Reifeprüfung
1965 - 1970	Studium der Veterinärmedizin in München und Berlin
22.1.1971	Bestallung als Tierarzt

Herrn Professor Dr. H.J. Weniger sage ich für die Überlassung des Themas sowie für die freundliche Aufnahme am Institut meinen herzlichsten Dank.

Zu großem Dank verpflichtet bin ich auch Herrn Prof. Dr. D. Steinhauf für seine große Hilfe bei der Abfassung der Arbeit sowie für die jederzeit gewährte fachliche und menschliche Unterstützung.

Ebenso danke ich Herrn Prof. Horst für seine fruchtbaren Ratschläge zum genetischen Teil der Arbeit.

Zuletzt möchte ich allen Mitarbeitern des Instituts, die mich bei der Anfertigung der Arbeit in irgendeiner Weise unterstützt haben, meinen herzlichen Dank aussprechen.